

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-50145

(P 2 0 0 0 - 5 0 1 4 5 A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H04N 5/232  
7/18

識別記号

F I  
H04N 5/232  
7/18

特コード (参考)

C  
G

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全18頁)

(21) 出願番号 特願平11-145558  
(22) 出願日 平成11年5月25日 (1999.5.25)  
(31) 優先権主張番号 特願平10-143652  
(32) 優先日 平成10年5月26日 (1998.5.26)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005832  
松下電工株式会社  
大阪府門真市大字門真1048番地  
(72) 発明者 萩尾 健一  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72) 発明者 古川 聡  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(74) 代理人 100111556  
弁理士 安藤 淳二 (外3名)

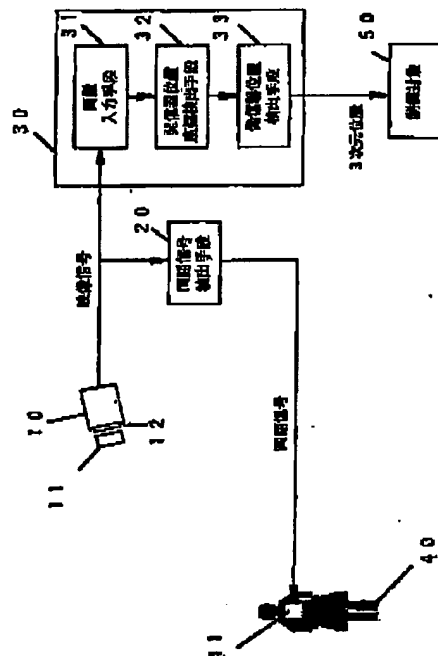
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動追尾装置

(57) 【要約】

【課題】 追尾対象を確実に精度よく追尾できる自動追尾装置を提供する。

【解決手段】 近赤外領域の光を透過し可視光を遮断する赤外透過フィルタ11を具備し、所定領域を撮像する少なくとも一つの撮像手段10と、前記撮像手段10が出力する映像信号から同期信号を抽出する同期信号抽出手段20と、前記同期信号を受信し近赤外領域の光を点滅発光させる赤外発信器41と、前記映像信号を入力する画像入力手段31と、入力画像を処理することによって追尾対象が保持あるいは装着した赤外発信器41の画面上の位置座標を検出する発信器位置座標検出手段32と、前記発信器位置座標検出手段32が検出した赤外発信器41の画面上の位置座標から前記赤外発信器41の3次元位置を算出する発信器位置検出手段33とを有する自動追尾装置とする。



(2)

特開2000-50145

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 近赤外領域の光を透過し可視光を遮断する赤外透過フィルタを具備し、所定領域を撮像する少なくとも一つの撮像手段と、前記撮像手段が出力する映像信号から同期信号を抽出する同期信号抽出手段と、前記同期信号を受信し近赤外領域の光を点滅発光させる赤外発信器と、前記映像信号を入力する画像入力手段と、入力画像を処理することによって追尾対象が保持あるいは装着した赤外発信器の画面上の位置座標を検出する発信器位置座標検出手段と、前記発信器位置座標検出手段が検出した赤外発信器の画面上の位置座標から前記赤外発信器の3次元位置を算出する発信器位置検出手段とを有することを特徴とする自動追尾装置。

【請求項2】 前記撮像手段に、赤外発信器の中心波長と透過波長を略一致させたバンドパスフィルタを具備したことを特徴とする請求項1記載の自動追尾装置。

【請求項3】 前記発信器位置座標検出手段において、赤外発信器が発光しているタイミングのフィールド又はフレームの画像と、赤外発信器が消えているタイミングのフィールド又はフレームの画像に対して明るい領域を膨張させるフィルタ処理を施した画像とを差分処理することで、赤外発信器の画面上の位置を検出することを特徴とする請求項1記載の自動追尾装置。

【請求項4】 前記発信器位置座標検出手段において、画面上の処理領域を限定し、かつ動的に制御することを特徴とする請求項1記載の自動追尾装置。

【請求項5】 前記発信器位置座標検出手段において、所定時間内での演算が可能なデータ量を決定し、画面上での前記データ量にみあう所定の単一の大きさの処理領域を設定し、前記処理領域を画面上の任意の位置に移動設定する制御を行なうことを特徴とする請求項4記載の自動追尾装置。

【請求項6】 前記発信器位置座標検出手段において、前記撮像手段と現在の追尾対象との間の距離に応じて、画面上の処理領域のデータ量を間引きすることを特徴とする請求項4記載の自動追尾装置。

【請求項7】 前記発信器位置座標検出手段において、前記赤外発信器の発光タイミングのフィールドまたはフレームの画像を間引きした処理領域と、前記赤外発信器の発光が消えているタイミングのフィールドまたはフレームの画像を間引きした処理領域と、に対して、明るい領域を膨張させるフィルタ処理を施した画像を差分処理することで、前記赤外発信器の画面上の位置を検出することを特徴とする請求項4記載の自動追尾装置。

【請求項8】 前記発信器位置座標検出手段が複数使用される場合、複数の前記発信器位置座標検出手段の各出力信号を全て1つの値に統一修正する調整手段を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つに記載の自動追尾装置。

【請求項9】 近赤外領域の光を透過し可視光を遮断す

る赤外透過フィルタを具備し、所定領域を撮像する少なくとも一つの第1の撮像手段と、可視領域の光を撮像する少なくとも一つの第2の撮像手段と、前記第1の撮像手段が出力する映像信号から同期信号を抽出する同期信号抽出手段と、前記同期信号を受信し近赤外領域の光を点滅発光させる赤外発信器と、前記映像信号を入力する第1の画像入力手段と、入力画像を処理することによって追尾対象が保持あるいは装着した赤外発信器の画面上の位置座標を検出する発信器位置座標検出手段と、発信器位置座標検出手段が検出した赤外発信器の画面上の位置座標から赤外発信器の3次元位置を算出する発信器位置検出手段と、前記第2の撮像手段が出力する映像信号を入力する第2の画像入力手段と、前記入力画像において前記発信器位置座標検出手段で算出した3次元位置を第2の撮像手段の画面座標系に変換して得た座標の近傍の画像特徴を獲得記憶する特徴値記憶手段と、特徴値を記憶後は第2の撮像手段によって入力される画像中から記憶した特徴値との類似度を算出する類似度算出手段と、前記発信器位置座標検出手段が算出した3次元位置と類似度算出手段が算出した類似度から対象の3次元位置を算出する対象位置検出手段とを有することを特徴とする自動追尾装置。

【請求項10】 前記特徴値記憶手段において、対象に色の特徴がある場合は色を記憶し、色の特徴がない場合は明るさを記憶することを特徴とする請求項9記載の自動追尾装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動追尾装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動追尾装置は、例えば披露宴会場や各種宴会場において、花嫁等をTVカメラで自動的に連続撮影したり、照明を前記花嫁等の追尾対象の動きに合わせて自動的に照射する用途に利用することができるものである。

【0003】 そして、近年、TVカメラを利用した自動追尾装置が種々提案されている。これらの自動追尾装置は大別すると、不特定の追尾対象を追跡するものと、追尾したい対象が予め決まっているものの2種類がある。

【0004】 前者は画面上の追尾対象の特徴、例えば色や形状などを記憶し、順次入力される画像中から記憶した追尾対象の特徴と最も一致度が高い位置を検出する方法である。この種の具体的手法としてはテンプレートマッチングがある。テンプレートマッチングは、追尾対象にあたる領域の画像データをテンプレートとして記憶し、順次入力される画像をテンプレートと同じサイズのブロックに分け、画素毎にテンプレートとブロックの画素値の差分の絶対値を計算して累積し、最も累積値が小さいブロックの位置を対象の位置とするものである。

(3)

特開2000-50145

3

【0005】後者は追尾対象に装着した色票や赤外発信器等のマーカーを明るさや色といった特徴で二値化処理し、抽出することで追尾対象の位置を算出するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、テンプレートマッチングを利用した従来の追尾装置は、テンプレートとブロックの相対的に同じ座標の画素値の差分をとるため、追尾対象の形状が変化すると（例えば、追尾対象が人間の場合など）、正しい位置での差分の累積値が大きくなり正しく追尾できなくなるという問題があった。また追尾対象と形状が類似した物体が多く存在する環境においては追尾精度が低くなるという問題があった。

【0007】以上のようなテンプレートマッチングの問題点を解決するために、追尾対象の色情報を抽出し、例えばヒストグラムとして特徴量を持つ手法が提案されている。しかしこの手法は、ヒストグラムが形状に依存しない、色情報は比較的照明変化に強い等の特徴があるが、追尾中に照明との距離や角度が変化するなどしてやはり色情報は変化するため、記憶していた色情報を抽出できず追尾が困難になる問題があった。

【0008】一方、マーカーを二値化処理することで追尾する方法において、マーカーとして赤外発信器を使う場合、赤外光は人には見えないため出力パワーを大きくすることができ、その赤外光を安定して受光できれば追尾も安定して行えるという特徴がある。しかし、マーカーは追尾対象自体や他の物体によって隠れてしまい見えなくなる場合があり、それを防ぐためには多数のマーカー（赤外発信器）を装着しなければならないという問題があった。また使用環境によっては写真機の測距装置やハログランプなど赤外発信器以外にも赤外成分を持つ光源が存在する場合があり、赤外発信器以外からの赤外光を追尾してしまい、追尾対象を追尾できなくなってしまうことがあった。

【0009】また、一般に、画像処理は非常に多い量の画像データをあつかうものであり、追尾時に制御対象（例えばスポット照明）を併行して制御する場合、画像処理を行なう時間間隔を極力短くすべく、専用の画像処理ハードウェアを投入するようになってしまうので、高価なシステムになってしまうという問題点もあった。

【0010】また、追尾エリア範囲を広くしたい場合、上記のような自動追尾装置を複数セット使用することになるのだが、従来では各自動追尾装置セットの互いの間で受け持ちの追尾エリア範囲が共通しているエリアがあった場合、同一の追尾対象（披露会場での花嫁など）について、異なる複数の位置情報が発生してしまい、複数セットの自動追尾装置のあいだで、取得した位置情報の調停を行なう必要もでてきた。

【0011】本発明は上記の問題点を解決するためになされたものであり、その主たる目的とするところは、追

4

尾対象を確実に精度よく追尾できる自動追尾装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するために、請求項1記載の発明では、近赤外領域の光を透過し可視光を遮断する赤外透過フィルタを具備し、所定領域を撮像する少なくとも一つの撮像手段と、撮像手段が出力する映像信号から同期信号を抽出する同期信号抽出手段と、同期信号を受信し近赤外領域の光を点滅発光させる赤外発信器と、映像信号を入力する画像入力手段と、入力画像を処理することによって追尾対象が保持あるいは装着した赤外発信器の画面上の位置座標を検出する発信器位置座標検出手段と、発信器位置座標検出手段が検出した赤外発信器の画面上の位置座標から赤外発信器の3次元位置を算出する発信器位置検出手段とを有する。

【0013】請求項2記載の発明では、請求項1記載の自動追尾装置において、撮像手段に、赤外発信器の中心波長と透過波長を略一致させたバンドパスフィルタを具備する。

【0014】請求項3記載の発明では、請求項1記載の自動追尾装置において、発信器位置座標検出手段において、赤外発信器が発光しているタイミングのフィールド又はフレームの画像と、赤外発信器が消えているタイミングのフィールド又はフレームの画像に対して明るい領域を膨張させるフィルタ処理を施した画像とを差分処理することで、赤外発信器の画面上の位置を検出する。

【0015】請求項4記載の発明では、請求項1記載の自動追尾装置において、発信器位置座標検出手段において、画面上の処理領域を限定し、かつ動的に制御する。

【0016】請求項5記載の発明では、請求項4記載の自動追尾装置において、発信器位置座標検出手段において、所定時間内での演算が可能なデータ量を決定し、画面上でのデータ量にみあう所定の単一の大きさの処理領域を設定し、処理領域を画面上の任意の位置に移動設定する制御を行なうことを特徴とする。

【0017】請求項6記載の発明では、請求項4記載の自動追尾装置において、発信器位置座標検出手段において、撮像手段と現在の追尾対象との間の距離に応じて、画面上の処理領域のデータ量を間引きすることを特徴とする。

【0018】請求項7記載の発明では、請求項4記載の自動追尾装置において、発信器位置座標検出手段において、赤外発信器の発光タイミングのフィールドまたはフレームの画像を間引きした処理領域と、赤外発信器の発光が消えているタイミングのフィールドまたはフレームの画像を間引きした処理領域と、に対して、明るい領域を膨張させるフィルタ処理を施した画像を差分処理することで、赤外発信器の画面上の位置を検出することを特徴とする。

(4)

特開2000-50145

5

【0019】請求項8記載の発明では、請求項1乃至7のいずれか1つに記載の自動追尾装置において、発信器位置座標検出手段が複数使用される場合、複数の発信器位置座標検出手段の各出力信号を全て1つの値に統一修正する調停手段を有することを特徴とする。

【0020】請求項9記載の発明では、近赤外領域の光を透過し可視光を遮断する赤外透過フィルタを具備し、所定領域を撮像する少なくとも一つの第1の撮像手段と、可視領域の光を撮像する少なくとも一つの第2の撮像手段と、第1の撮像手段が出力する映像信号から同期信号を抽出する同期信号抽出手段と、同期信号を受信し近赤外領域の光を点滅発光させる赤外発信器と、映像信号を入力する第1の画像入力手段と、入力画像を処理することによって追尾対象が保持あるいは装着した赤外発信器の画面上の位置座標を検出する発信器位置座標検出手段と、発信器位置座標検出手段が検出した赤外発信器の画面上の位置座標から赤外発信器の3次元位置を算出する発信器位置検出手段と、第2の撮像手段が出力する映像信号を入力する第2の画像入力手段と、入力画像において発信器位置検出手段で算出した3次元位置を第2の撮像手段の画面座標系に変換して得た座標の近傍の画像特徴を獲得記憶する特徴値記憶手段と、特徴値を記憶後は第2の撮像手段によって入力される画像中から記憶した特徴値との類似度を算出する類似度算出手段と、発信器位置検出手段が算出した3次元位置と類似度算出手段が算出した類似度から対象の3次元位置を算出する対象位置検出手段とを有する。

【0021】請求項10記載の発明では、請求項9記載の自動追尾装置において、特徴値記憶手段において、対象に色の特徴がある場合は色を記憶し、色の特徴がない場合は明るさを記憶する。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0023】（実施形態1）本発明の第1の実施形態を図1乃至図5、及び図9、図10に基づいて説明する。図1は自動追尾装置のブロック図、図2は同上の動作説明図、図3は同上の要部の動作説明図、図4は同上の動作を説明するためのイメージ図、図5は同上の動作を説明するためのイメージ図である。本自動追尾装置は、図1に示す撮像手段10としてモノクロCCDカメラを備え、この撮像手段10の前面には赤外透過フィルタ11とレンズ12とを備えている。更に撮像手段10には、同期信号抽出手段20と、画像処理装置30が接続しており、画像処理装置30は制御対象50に位置出力をするようにしてある。

【0024】一方、追尾対象40には、赤外発信器41が装着しており、当該赤外発信器41は、同期信号抽出手段20からの同期信号を受信して、映像信号と同期して赤外光を発光するようにしてある。

6

【0025】赤外発信器41は、発光部と同期信号受信部とを具備して構成し、発光部は、赤外領域、例えば890nm付近に出力のピークを持つ赤外発光ダイオードなどで構成する。同期信号受信部は、撮像手段10が出力する映像信号に同期した信号を受信し、発光部の発光を制御する。この同期信号は、例えば映像信号の1フレームの開始タイミングに合わせる。この場合の発光制御信号の例を図2に示す。撮像手段10はインターレース走査をしており、赤外発信器41は1フィールド（16.7ms）毎にオン、オフを繰り返すように制御している。この発光制御方法をとる理由の1つは、他の赤外光と識別できるようにするためであり、もう1つは検出すべき複数の追尾対象を扱うことができるようにするためである。

【0026】次に同期信号抽出手段20は、撮像手段10が出力する映像信号に含まれる同期信号を分離してその信号を赤外発信器41へ送信する。使い勝手を考慮して、この同期信号は無線信号としている。もちろん有線信号であってもかまわない。

【0027】撮像手段10は、赤外透過フィルタ11を具備しているため、可視光をカットすることができ、赤外発信器41以外の光はほとんど撮像手段10に入らないようにしてある。ここで、図3の動作説明図（感度と波長の関係図）に示すようにモノクロCCDカメラの相対感度Aと、赤外透過フィルタ11の透過率Bと、赤外発信器41の相対出力Cの各特性は同図に示すような特性を有するもので構成し、これらを総合した図3の編みかけ部分の感度で撮像手段10に赤外光を入力するように構成している。この構成により、略700nmから1000nmの波長の光だけを透過するように構成してある。

【0028】次に、図1に示す画像処理装置30の内部構成について説明する。まず画像入力手段31には、撮像手段10が出力する映像信号をAD変換してデジタル信号が入力される。赤外発信器41が点滅している状態における入力画像例は、図4のようになる。赤外発信器41は前述したように、1フィールド毎に点滅するようにしているため、図4のようにライン形状で、1ライン間隔で分布する。一方、点滅を繰り返すように発光制御された赤外発信器41以外の赤外光（赤外ノイズと呼ぶ）の代表的な画像例を図5に示す。赤外ノイズは発光制御されていないので、各ラインに連続して分布する。

【0029】発信器位置座標検出手段32は、上記のような分布の差異を利用することで赤外発信器41からの赤外光の像と、赤外ノイズの像とを識別し、赤外発信器41の像だけを抽出する。識別方法の例を図9、図10に示す。発信器位置座標検出手段32は、入力画像を、奇数フィールド画像と、偶数フィールド画像に分割する。この例では、赤外発信器41は奇数フィールドで点灯するように制御されている。そして各フィールドを所

(5)

特開2000-50145

7

定のしきい値で二値化処理する。赤外発信器41の像の場合は奇数フィールド画像は点灯しているので二値化処理によって領域が抽出されるが、偶数フィールドでは消えているため二値化処理によって領域が抽出されない。一方、赤外ノイズの像の場合は奇数偶数両フィールド画像が点灯しているので領域が抽出される。よって二値画像に対してラベリング処理を行い、ラベル付けられた領域毎に、重心位置及び面積を算出すると、赤外ノイズでは両フィールド画像の近い位置に領域が存在するが、赤外発信器41では近傍に領域が存在しない。このことを利用して赤外発信器41の像の位置座標を求めることができる。

【0030】発信器位置検出手段33は、発信器位置座標検出手段32が算出した赤外発信器41の像の位置座標、及び撮像手段10の取付け位置、姿勢から赤外発信器41の3次元位置を算出する。3次元位置は2台以上の撮像手段で赤外発信器41の像の位置座標を求めることにより三角測量の原理から求められる。

【0031】以上のようにして検出した赤外発信器41の3次元位置方向に、照明装置のような制御対象50を向けて自動追尾を行う。

【0032】(実施形態2)本発明の第2の実施形態を図6及び図7に基づいて説明する。図6は自動追尾装置のブロック図、図7は要部の動作説明図である。本自動追尾装置は、撮像手段10に、赤外発信器41の中心波長と、透過波長を略一致させたバンドパスフィルタ13を具備したものである。この構成は、第1の実施形態の自動追尾装置のように赤外発信器41の点滅を利用する場合に有効である。例えば、照明自動追尾装置に应用する場合、赤外発信器41には照明装置が発する赤外成分を含んだ光が照射されることになる。このとき赤外発信器41がオフの状態であっても、赤外発信器41付近の照明装置の光の反射によってオン状態と区別がつかない場合がある。このような状態を避けるためには赤外発信器41の像が反射光に対して相対的に明るい必要がある。

【0033】ここで、図7の動作説明図(感度と波長の関係図)に示すようにモノクロCCDカメラの相対感度Aと、赤外透過フィルタ11とバンドパスフィルタ13とを組み合わせたフィルタの透過率Bと、赤外発信器41の相対出力Cの各特性は同図に示すような特性を有するもので構成し、これらを総合した図7の幅みかけ部分の感度で撮像手段10に赤外光を入力するように構成している。この構成により、略870nmから910nmの波長の光だけを透過するように構成してある。

【0034】このような構成にすることにより、赤外発信器41が発する光に対しては、図3に示したようにバンドパスフィルタ13を用いないものと比べ、絶対的な感度が落ちるが、赤外ノイズと比較した場合の相対的な感度は向上する場合が多い。これは赤外ノイズの原因と

8

なる照明の分光感度が比較的にブロードに分布するため、特に700nm~850nm付近の光が赤外透過フィルタを透過し赤外ノイズとして入力されることに起因する。従ってバンドパスフィルタ13によりこれらの波長の光の入力を抑圧することによって、赤外発信器41に照明が当たるような状況においても安定した自動追尾を行うことができるのである。

【0035】(実施形態3)本発明の第3の実施形態を図8乃至図15に基づいて説明する。図8は自動追尾装置の動作を説明するフローチャート、図9乃至図15は動作を説明するイメージ図である。本実施の形態のブロック構成は、図1又は図6に示すものであるが、図6を用いて説明する。赤外発信器41、同期信号抽出手段20、撮像手段10の動作は第1の実施の形態と同様である。図8に示すように、画像処理装置30は、起動時に初期設定を行う(Step0)。これは赤外発信器41の点滅パターンが図2に示すように奇数フィールドで点灯し偶数フィールドで消灯するの、またはその逆なのかを設定する。ここでは図2に示すように奇数フィールドで点灯するものとする。

【0036】自動追尾が開始されると(Step1)、画像入力手段31は、撮像手段10が出力する映像信号をAD変換しデジタルデータとして入力する(Step4)。このとき赤外発信器41を入力した画像例を図4に示す。赤外発信器41は既に説明したように、1フィールド毎に点滅するようにしているのでこのように1ラインにおいて分布する。一方、発光制御された赤外発信器41以外の赤外光(赤外ノイズと呼ぶ)の代表的な画像例を図5に示す。赤外ノイズは発光制御されていないのでこのように連続的にラインに分布する。入力した画像を発信器位置座標検出手段32は奇数フィールド画像(赤外発信器が存在するフィールド)と偶数フィールド画像(赤外発信器が存在しないフィールド)に分割する(Step5)。図9、図10にそれぞれ赤外発信器41及び赤外ノイズのフィールド分割後の画像を示す。

【0037】ついで対象のいないフィールド画像(偶数フィールド)に対して明るい領域を拡大する膨張処理を行う(Step6)。膨張処理は例えば、3×3の最大値フィルタを用いる。膨張処理後の画像をそれぞれ図11、図12に示す。奇数フィールド画像から膨張処理後の偶数フィルタ画像を引算する差分処理を行う(Step7)。差分処理で負の値になる画素は0にしておけば、データ幅は同じで済む。差分処理後の画像を図13、図14に示す。図13は画像処理後の赤外発信器41の像、図14は画像処理後の赤外ノイズの像である。図15に膨張処理をしない場合の赤外ノイズの差分画像を示す。このように赤外発信器41の存在しないフィールド画像に対して膨張処理を行うことで赤外ノイズが除去される。以後、差分画像を二値化し(Step8)、重心座標を算出しその重心座標を赤外発信器41の位置

(6)

特開2000-50145

9

10

座標とする(Step 9)。

【0038】発信器位置検出手段33は、発信器位置座標検出手段32が算出した赤外発信器41の像の位置座標及び撮像手段10の取付け位置、姿勢から赤外発信器41の3次元位置を算出する(Step 10)。3次元位置は2台以上の撮像手段で赤外発信器41の像の位置座標を求めることにより三角測量の原理から求められる。1台の撮像手段から入力される画像でしか赤外発信器41の位置座標を検出できなかった場合でも赤外発信器41の高さを仮定することで3次元位置座標を算出可能である。

【0039】以上のようにして得た3次元位置座標の方向に、制御対象50を制御することで(Step 11)自動追尾を行う。

【0040】(実施形態4)本発明の第4の実施形態を図16に基づいて説明する。図16は自動追尾装置の動作を説明する説明図である。本実施の形態のブロック構成は、図1又は図6に示すものであるが、ここでは図6を用いて説明する。発信器位置座標検出手段32において、入力画像全体で処理を行わずに処理領域を必要最小限に限定することで処理時間の短縮及び赤外ノイズの影響を軽減するものである。図16に処理領域算出における動作の説明図を示す。

【0041】図16に示すように、まず赤外発信器41を持った追尾対象の移動速度を最大値 $V_{max}$ と仮定する。ついでプログラム中で3次元位置算出にかかった処理時間を $T_c$ を測定する。赤外発信器41は最大で $R = V_{max} \times T_c$ (図16の中の半径 $R$ の球内)だけ移動している。その球の画面上での最大点、最下点、最右点、最左点を結んでできる矩形領域を処理領域とする。矩形としたのは、処理の容易さを重視したものであるが円や楕円でもかまわない。

【0042】もし赤外発信器41を発見できなかった場合は継続して処理時間 $T_c$ を計測して、同様に処理領域を算出する。このとき処理時間は長くなるので、追尾対象の移動領域は広くなりそれに対応して処理領域は広くなる。赤外発信器41を検出できた時点で処理時間をリセットすることで柔軟に処理領域を算出することができる。

【0043】(実施形態5)本発明の第5の実施形態を図19と図20に基づいて説明する。図19は処理領域の画面範囲制限の仕方をあらわす説明図、図20は図19の処理をあらわす説明図である。

【0044】上述の第4の実施形態で説明したように、追尾対象の移動最大速度と処理サイクル時間などから、追尾対象の移動可能な範囲を限定することで、その画面上への投影結果である処理領域を、限定する。ただし、追尾対象の数が多き場合は、処理すべきデータの量が当然ながら増加するので、追尾対象と赤外線カメラの間の距離が近い場合や、追尾対象が非検出となった場

合、追尾対象の移動可能な範囲が拡大したことになるので、当然ながら処理領域も広げる必要がある。このように、測定条件によっては、発信器位置座標検出手段32にかかる演算量増大なる負荷がかかってくる。

【0045】本実施例では、所定の時間内に処理可能なデータ量が画面全体のデータ量よりもかなり少ない場合に、図19、図20にあらわすように、処理可能なデータ量に収まる処理領域を、移動させながら領域限定の処理を行なうのである。

【0046】たとえば、追尾対象が4人であって、1人当たりの要求処理サイクル時間が $t_r$ であった場合、時刻 $T$ では、前回検出済みの追尾対象1の3次元位置を画面に投影し、同位置を探索基準点としてこの探索基準点を画面上の中心として処理を行なう。追尾対象1が検出できた場合には、上記の処理を継続するが、追尾対象1が検出できなかった場合には、追尾対象1についての次の処理サイクルである時間 $T + 4 \times t_r$ が経過すると、今度は処理領域を例えば左上に移動させて再び同じ処理を行なう。同様に、追尾対象1が検出できるまで、時間 $4 \times t_r$ が経過するたびに、処理領域を右横、左下、というように、変えて処理を行なっていく。

【0047】このように、或る追尾対象が非検出状態であっても、他の追尾対象の処理に与える影響を極力抑え、かつ、順番待ちではあるが画面上の任意の場所を探索するようにできる。

【0048】なお、処理領域の移動位置やその順序は、当然ながら任意に設定でき、本実施例を限定するものではない。

【0049】(実施形態6)本発明の第6の実施形態を図21乃至図23に基づいて説明する。図21乃至図23は処理データ量を間引く処理をあらわす説明図である。

【0050】上述の第5の実施形態で説明したように、追尾対象と赤外カメラとの間の距離が近い場合や、追尾対象が非検出となってしまう場合には、追尾対象の移動可能な範囲が拡大しているため、処理領域も大きくする必要がある。図21に、追尾対象と赤外カメラとの間の距離と、処理データ数(画素数)との関係、追尾対象の非検出となった回数をパラメータにしてあらわす。これらは、赤外カメラの取り付け高さや向きやレンズの焦点距離などに依存する量であるが、追尾対象と赤外カメラとの間の距離が近くなると、急激にデータ量が増加する傾向にあることをあらわす。本実施例では、追尾対象と赤外カメラとの間の距離が所定の閾値 $T_{th}$ 以下の場合に、図21、図22に示すように、X、Y両方向ともに1/2にデータ量を間引く処理を行なう。これにより、図23に示すように、処理可能なデータの量に依存する処理領域で処理できるための条件が緩和される。距離が近い場合は、分解能が高いため、間引き処理に因る分解能の低下の影響は少ない。

(7)

特開2000-50145

11

【0051】（実施形態7）本発明の第7の実施形態を図24に基づいて説明する。図24は処理をあらわすフローチャートである。

【0052】赤外発信器41、同期信号抽出手段20、撮像手段10の各動作は、上述の第1の実施の形態のものと、同様である。

【0053】画像処理装置30は起動時に初期設定を行なう（Step0）。これは、赤外発信器41の点滅パターンが図2に示すように奇数フィールドで点灯し偶数フィールドで消灯するの、またはその逆なのか、を設定するのである。ここでは、図2に示すように奇数フィールドで点灯し偶数フィールドで消灯するものとする。自動追尾を開始すると（Step1）、画像入力手段31は撮像手段10が出力する映像信号をA/D変換し、デジタルデータとして入力する（Step2）。このとき赤外発信器41を入力した画像例は図4のようなものである。赤外発信器41は既に説明したように、1フィールド毎に点滅するようにしているの、1ラインにおいて分布するように、データを得る。一方、発光制御された赤外発信器41以外の赤外光（いわゆる赤外ノイズ）の代表的な画像例が図5であるが、赤外ノイズは発光タイミングを制御されていないので、このように連続的に分布する。ここで、前回検出した発信器の3次元位置と赤外カメラの取り付け位置から、それらの間の距離を算出できる。この距離算出結果と、予め設定した閾値 $Th_{min}$ とを比較する（Step5）。もし、閾値 $Th_{min}$ よりも距離算出結果のほうが大きければ、発信器位置座標検出手段32は、入力された画像を奇数フィールド画像（発信器が存在するフィールド）と、偶数フィールド画像（発信器が存在しないフィールド）とに分割する。一方、閾値 $Th_{min}$ よりも距離算出結果のほうが小さければ、発信器位置座標検出手段32は、入力された画像を奇数フィールド画像（発信器が存在するフィールド）と、偶数フィールド画像（発信器が存在しないフィールド）とに分割した後、1/2に間引きする（Step6）。図9、10に、それぞれ、発信器および赤外ノイズのフィールド分割後の画像をあらわす。閾値 $Th_{min}$ よりも距離算出結果のほうが小さい場合には、1/2に間引きした後、画像が縮小される。次いで、追尾対象のいないフィールド画像（偶数フィールド）に対しては、明るい領域を拡大する膨張処理を行なう（Step7）。この膨張処理は、例えば、 $3 \times 3$ の最大値フィルタを用いる。膨張処理後の画像をそれぞれ図11、図12に示した。奇数フィールド画像から膨張処理後の偶数フィールド画像を引き算する差分処理を行なう（Step8）。差分処理で負の値になる画素は0値としておけば、データ幅は変更せずに済む。差分処理後の画像を、図13、図14に示す。図13は画像処理後の赤外発信器の像、図14は画像処理後の赤外ノイズの像である。図15に、膨張処理を施さない場合の赤外ノイズの差分

12

画像を示す。このように赤外発信器の存在しないフィールド画像に対して膨張処理を行なうことで、フィールド画像間の明るい領域の位置の差に因り生ずる差分領域（赤外ノイズ）を除去できる。以後、差分画像を二値化し（Step9）、重心座標を算出しその重心座標を発信器の位置座標とする（Step10）。ここで、最大値フィルタのサイズを大きくすることによって、除去可能な明るい領域の許容差が大きくなる。また、図25に示すように、間引き処理した画像にフィルタリング処理することで、フィルタサイズを大きくしたのと同様の効果を得ることができる。発信器位置検出手段33は発信器位置座標検出手段32が算出した赤外発信器の像の位置座標および撮像手段10の取り付け位置や姿勢から、赤外発信器の3次元位置を、算出する（Step11）。3次元位置は2台以上の撮像手段で発信器の像の位置座標を三角測量の原理で求めるのである。1台の撮像手段から入力される画像でしか発信器の位置座標を検出できなかった場合でも、発信器の高さを仮定することで、3次元位置座標を算出可能となる。このようにして得た3次元位置座標のほうへ、制御対象50を向き制御することで（Step12）自動追尾となる。

【0054】（実施形態8）本発明の第8の実施形態を図25乃至図27に基づいて説明する。複数の画像処理装置、ここでは、画像処理装置30<sub>1</sub>、画像処理装置30<sub>2</sub>、を例示し、追尾エリアを拡大させるとき、これらの画像処理装置30<sub>1</sub>、画像処理装置30<sub>2</sub>の間で共通の追尾エリアがあったとして、その共通の追尾エリアに追尾対象が存在すると、画像処理装置30<sub>1</sub>、画像処理装置30<sub>2</sub>ともに追尾対象を検出し、3次元位置を算出する。しかしながら、これら2つの算出結果には誤差が含まれ、一致しないのがふつうである。これら2つの算出結果をそのままの値で制御対象50に出力すると、ふらつき（データの断列）が発生する。そこで、両装置間のデータ値の調停を行なうために、調停手段60を設けている。調停手段60は、複数の画像処理装置30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>の3次元位置座標を入力されると、図27に示すように同一の追尾対象の3次元位置座標を修正する。

【0055】調停手段60は、画像処理装置30<sub>1</sub>からの出力を受けて採用しつづけるのであるが、時刻 $t+3$ の場合のように、画像処理装置30<sub>1</sub>からの出力がふらつくすなわちデータ値が不安定で確定できなければ、画像処理装置30<sub>2</sub>の出力を採用する。画像処理装置30<sub>1</sub>からの出力がふらつかなければ、画像処理装置30<sub>1</sub>からの出力を採用しつづけ、画像処理装置30<sub>2</sub>からの出力がふらついた時点だけは、画像処理装置30<sub>1</sub>の出力を採用するのである。

【0056】（実施形態9）本発明の第9の実施形態を図17に基づいて説明する。図17は自動追尾装置のブロック図である。本実施の形態では、追尾対象40は、赤外発信器41を肩や胸などに装着し、自動追尾装置は

( 8 )

特開2000-50145

13

赤外領域の光のみを透過するフィルタ付きの第1の撮像手段(モノクロCCDカメラなど)10で画像を入力し、この赤外発信器41の3次元位置を算出することで自動追尾を実現する。また、赤外発信器41が隠れたり、他の赤外ノイズが存在するなどの影響を軽減するため第2の撮像手段(カラーCCDカメラなど)15で画像を入力し、その画像処理結果も利用するような構成とする。

【0057】赤外発信器41、同期信号抽出手段20の動作は第1の実施の形態と同様である。第1の撮像手段10は第1の実施の形態と同様の構成にして赤外領域の波長をもつ光のみ透過した画像を出力する。

【0058】第1の画像入力手段31は、第1の実施の形態と同様に、画像を入力する。発信器位置座標検出手段32は、第3の実施の形態のように、分布の差異を利用して赤外発信器41と赤外ノイズの像とを識別して赤外発信器41の像だけを抽出する。

【0059】発信器位置検出手段33は当初、発信器位置座標検出手段32が算出した赤外発信器41の像の位置座標及び撮像手段10の取付け位置、姿勢から赤外発信器41の3次元位置を算出する。

【0060】第2の画像入力手段34は、発信器位置検出手段33が3次元位置を算出した後で、第2の撮像手段15が撮像する画像の入力を開始する。本実施の形態では第2の撮像手段15はカラーカメラとする。特徴値記憶手段36は発信器位置検出手段33が算出した3次元位置を撮像手段15の取付け位置、方向、焦点距離等を用いて、画像入力手段34が入力した画面上に投影する。ついで投影した点の近傍(例えば投影点を中心に人間の大きさにあたる領域)の画像データを処理し、追尾対象の画像上の特徴量を算出して記憶する。特徴量の例としては色情報(色相など)や画像データそのもの(パターン)など一般の画像処理に利用されるものでよい。このように本実施の形態では赤外発信器41をもつ追尾対象の画像上の特徴を人手を介さずに自動で獲得することができる。

【0061】類似度算出手段35は、特徴値記憶手段36が特徴値を記憶した後、画像入力手段34が入力するカラー画像を探索し、各探索位置の画像の特徴量と記憶した特徴量との類似度を算出する。発信器位置検出手段33は、類似度算出手段35が類似度の算出を開始した後はこの類似度を用い、例えば赤外発信器41の像の候補が複数あった場合に、その3次元位置を投影した座標における類似度がより高い方を選択するなどしてその信頼性を上げる。

【0062】以上のようにして検出した赤外発信器41の3次元位置方向に制御対象50、例えば照明装置を向けることにより自動追尾を行うのである。

【0063】(実施形態10)本発明の第10の実施形態を図17及び図18に基づいて説明する。図17は自

14

動追尾装置のブロック図、図18は動作を説明するフローチャートである。

【0064】本実施の形態の自動追尾装置のブロック図は図17に示すものである。第9の実施形態で示した特徴値記憶手段36において、色の特徴量があれば色情報を記憶し、なければ輝度情報を記憶する。追尾対象が色情報を有している場合、比較的変動が少ない安定した特徴として利用できるため、その情報の有無をまず判断する。もし存在しなければ、輝度情報を利用する。特徴値記憶手段36における処理フローチャートを図18に示す。以下、図17及び図18を用いて本実施の形態の特徴的な処理の方法について説明する。

【0065】特徴値記憶手段36は、第9の実施の形態と同様に、画像入力手段34が入力した画面上で赤外発信器41の3次元位置を投影した点の近傍(例えば投影点を中心に人間の大きさにあたる領域)の画像データ

(例えばRGBデータ)を獲得する。この画像データをHSV変換する(Step3)。ここでHは色相、Sは彩度、Vは輝度を表す。この変換方式自体は一般的なものでいくつかの方法がある。以下獲得した画像データを順次処理していく。まずV値(輝度値)が所定の値以上であるかどうか判断する(Step5)。これはV値が小さいとき、次のステップで利用するS値(彩度)の誤差が大きくなるために行う。V値が所定の値以上であれば、S値(彩度)が所定の値以上かどうかを判断する

(Step6)。これはS値が大きいほど色情報が鮮やかであることを意味するので色情報が利用可能かどうかの判断材料となる。もしS値が所定の値以上であれば、H値(色相)によってカウントcnt(H)をインクリメントする。このカウンタはどの色が何画素存在するかを示すものである。Hは通常実数値なので整数値に変換し、適当な分解能(例えば64)にするとよい。全ての画素について処理を終了すれば、cnt(H)の最大値が所定以上であるかどうか判断する(Step8)。これはある程度の面積をもった色でないと安定して抽出できないからである。所定以上であれば、その色情報を用いることとし(Step9)。そうでなければ、安定して抽出できる色情報がないため輝度情報(例えば平均輝度等)を用いる(Step10)。

【0066】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、赤外発信器を撮像手段の映像信号と同期させて点滅制御するので、他の光源の影響を受けにくい安定した発信器の検出が可能である。更にフィールド単位で点滅制御するようにすれば、広く普及しているNTSC方式等のインターレース走査型のTVカメラを用いることができるため安価な装置が提供できる。また画像1フレームで、位置を検出することが可能になるため処理の高速化やメモリの削減によるローコスト化が可能であるという効果を奏する。



(9)

特開2000-50145

15

【0067】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、バンドパスフィルタにより、赤外透過フィルタを透過した赤外発信器以外の近赤外領域の光のエネルギーを低下させることができる。これにより赤外発信器のS/Nが向上し、赤外発信器に光が照射しているような環境においても発信器を検出しやすくなり、追尾の信頼性向上が可能であるという効果を奏する。

【0068】請求項3記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、簡単な画像処理で、従来では難しかったフィールド画像間の差分処理での赤外ノイズに起因するゴミ領域の除去が可能になるため、ローコスト化、追尾の信頼性向上が可能となるという効果を奏する。

【0069】請求項4記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、画面上の処理領域を限定し、動的に制御するので処理領域に生じるノイズ領域の影響を軽減し、かつ処理時間の短縮を図ることが可能となるという効果を奏する。

【0070】請求項5記載の発明によれば、請求項4記載の発明の効果に加えて、発信器位置座標検出手段において、所定時間内での演算が可能なデータ量を決定し、画面上でのデータ量にみあう所定の単一の大きさの処理領域を設定し、処理領域を画面上の任意の位置に移動設定する制御を行なうようにしたため、所定の時間に演算可能なデータ量に見合った画面上の処理領域を設定するので、処理データ量が一定となり、したがって処理サイクル時間を一定に保つことができる。さらに処理領域を画面上の適当な位置に設定するよう制御するので、追尾対象が検出できない状態が生じても、一定の処理サイクル時間で追尾対象が移動可能な探索し検出することができる。

【0071】請求項6記載の発明によれば、請求項4記載の発明の効果に加えて、発信器位置座標検出手段において、撮像手段と現在の追尾対象との間の距離に応じて、画面上の処理領域のデータ量を間引きするようにしたため、撮像手段と現在の追尾対象との間の距離が短い場合に、画面を間引いて処理データ量を削減でき、処理がはやくなる。

【0072】請求項7記載の発明によれば、請求項4記載の発明の効果に加えて、発信器位置座標検出手段において、赤外発信器の発光タイミングのフィールドまたはフレームの画像を間引きした処理領域と、赤外発信器の発光が消えているタイミングのフィールドまたはフレームの画像を間引きした処理領域と、に対して、明るい領域を膨張させるフィルタ処理を施した画像を差分処理することで、赤外発信器の画面上の位置を検出するようにしたため、データ量を削減しつつ、ノイズ光に対して、通常の差分処理では除去できなかったゴミ領域を、小さいサイズのフィルタで除去可能となり、ひいては追尾精

16

度や速度などの信頼性が向上する。

【0073】請求項8記載の発明によれば、請求項1乃至7のいずれか1つに記載の発明の効果に加えて、発信器位置座標検出手段が複数使用される場合、複数の発信器位置座標検出手段の各出力信号を全て1つの値に統一修正する調整手段を有するようにしたため、追尾対象のふらつきにも対処できる。

【0074】請求項9記載の発明によれば、万一、第1の撮像手段だけでは発信器とノイズの区別がつかない場合があっても、安定して対象を追尾可能となり、また自動で追尾対象の特徴量を獲得するため、信頼性の向上と操作性の向上を図ることができるという効果を奏する。

【0075】請求項10記載の発明によれば、請求項9記載の発明の効果に加えて、追尾対象の画像上の特徴に応じて獲得する特徴量を決定するので、追尾の信頼性が向上するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の自動追尾装置のブロック図である。

【図2】同上の動作の説明図である。

【図3】同上の動作の説明図である。

【図4】同上の動作を説明するためのイメージ図である。

【図5】同上の動作を説明するためのイメージ図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態の自動追尾装置のブロック図である。

【図7】同上の動作の説明図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図9】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図10】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図11】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図12】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図13】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図14】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図15】同上の動作を説明するイメージ図である。

【図16】本発明の第4の実施の形態の動作を示す説明図である。

【図17】本発明の第9の実施の形態のブロック図である。

【図18】本発明の第10の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図19】本発明の第5の実施の形態の説明図である。

【図20】本発明の第5の実施の形態の説明図である。

【図21】本発明の第6の実施の形態の説明図である。

【図22】本発明の第6の実施の形態の説明図である。

【図23】本発明の第6の実施の形態の説明図である。

【図24】本発明の第7の実施の形態の説明図である。

【図25】本発明の第8の実施の形態の説明図である。

( 10 )

特開 2000-50145

17  
【図 26】本発明の第 8 の実施の形態の説明図である。  
【図 27】本発明の第 8 の実施の形態の説明図である。  
【符号の説明】

10 撮像手段、第 1 の撮像手段

11 赤外透過フィルタ

12 レンズ

13 バンドパスフィルタ

15 第 2 の撮像手段

20 同期信号抽出手段

30 画像処理装置

31 画像入力手段、第 1 の画像入力手段

32 発信器位置座標検出手段

33 発信器位置検出手段

34 第 2 の画像入力手段

35 類似度算出手段

36 特徴値記憶手段

40 追尾対象

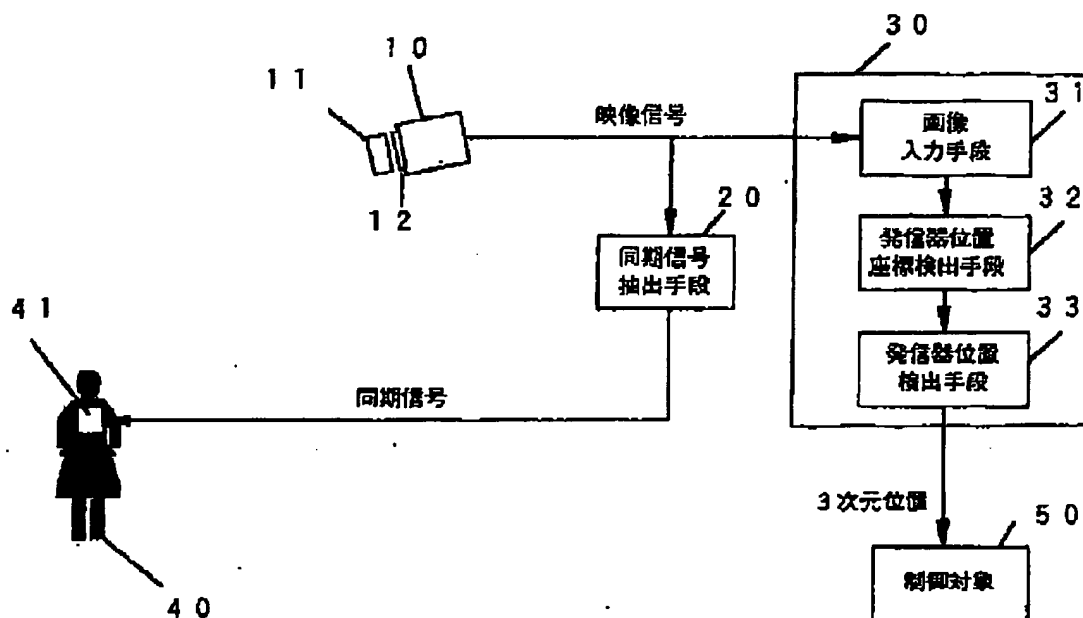
41 赤外発信器

50 制御対象

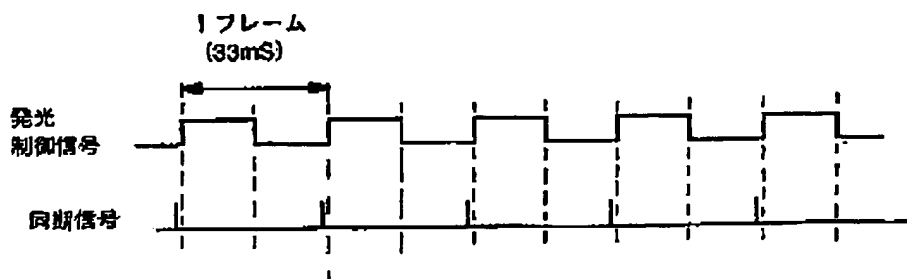
60 調停手段

10

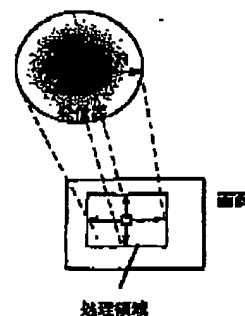
【図 1】



【図 2】



【図 16】

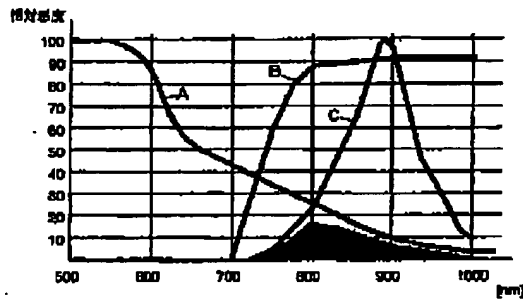


BEST AVAILABLE COPY

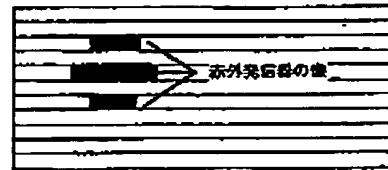
(11)

特開2000-50145

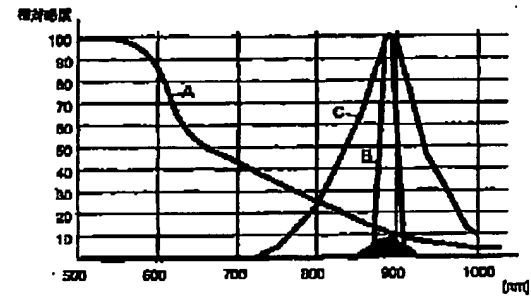
【図3】



【図4】



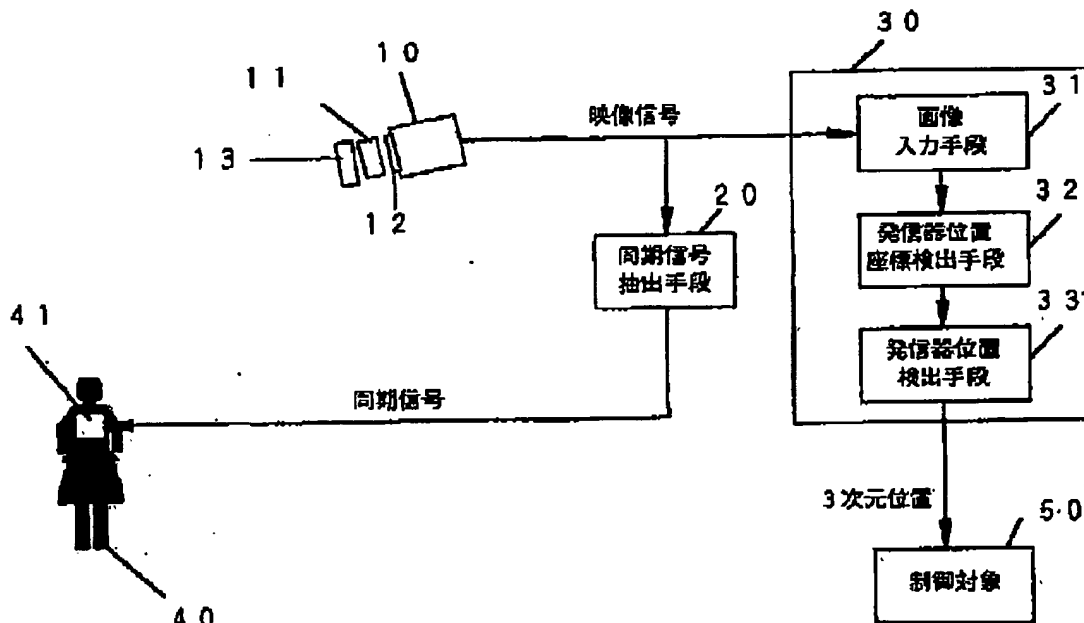
【図7】



【図5】



【図6】

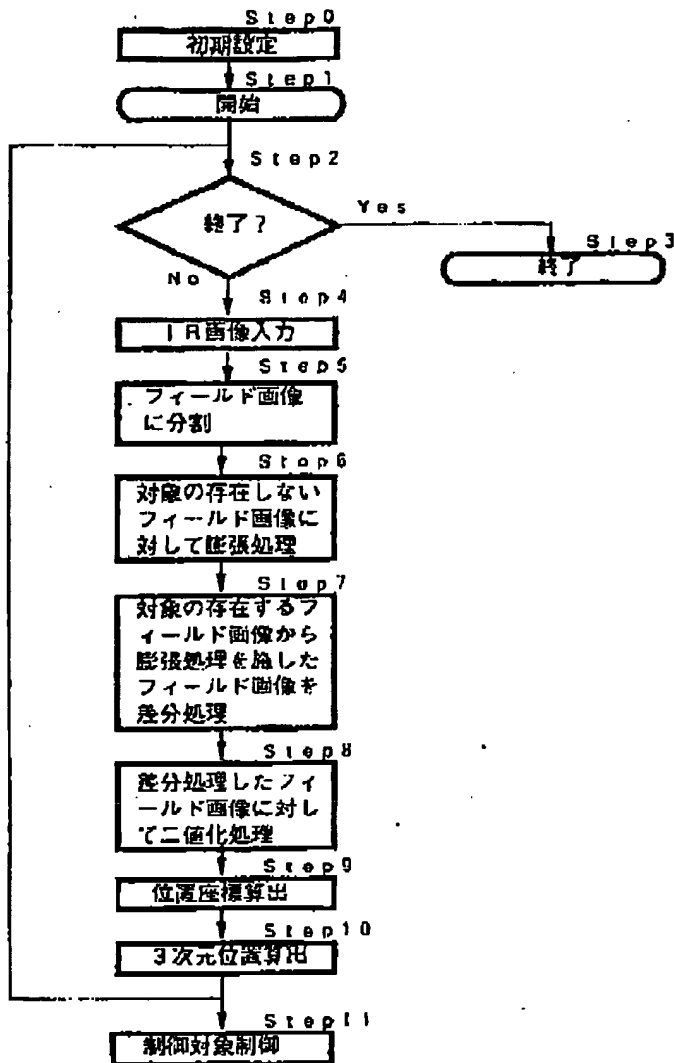


BEST AVAILABLE COPY

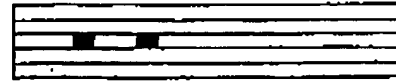
( 12 )

特開 2000-50145

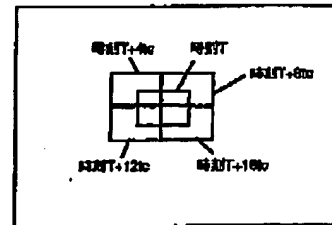
【図 8】



【図 15】



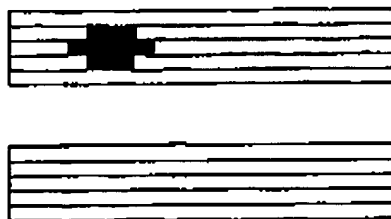
【図 19】



対象1の処理領域

BEST AVAILABLE COPY

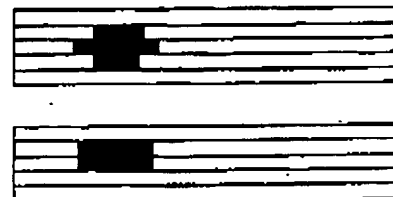
【図 9】



奇数フィールド画像

偶数フィールド画像

【図 10】



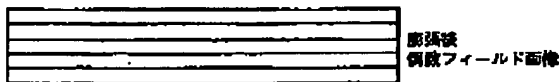
奇数フィールド画像

偶数フィールド画像

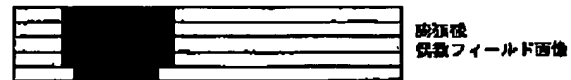
( 13 )

特開2000-50145

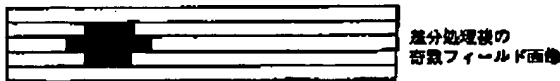
【図11】



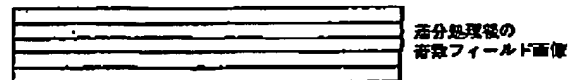
【図12】



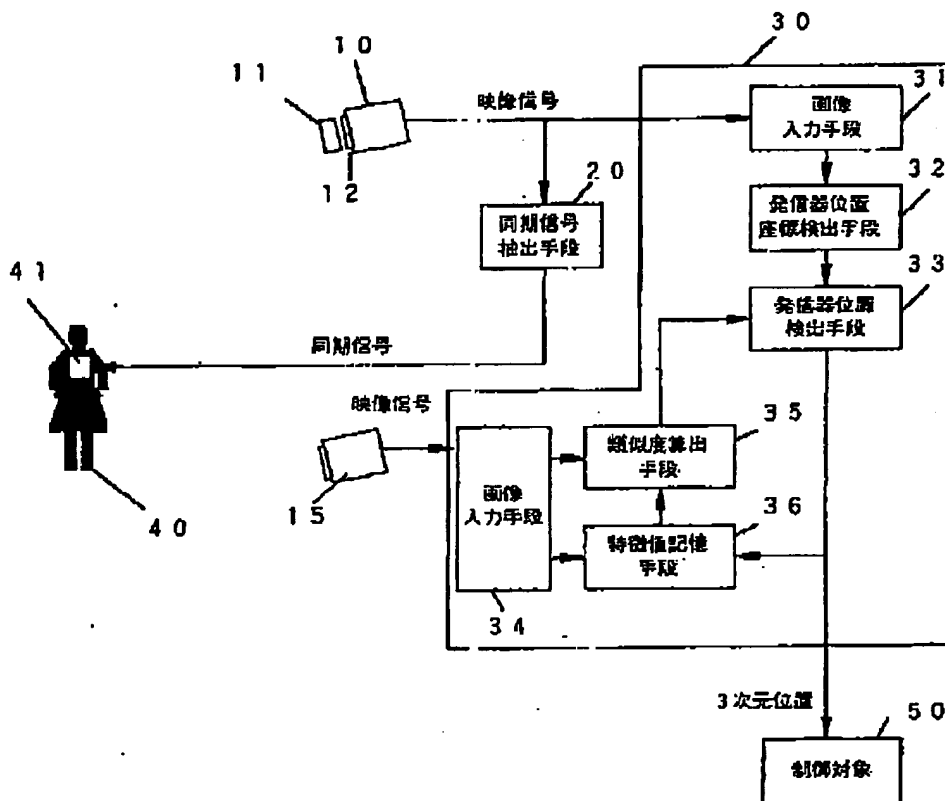
【図13】



【図14】



【図17】



【図20】



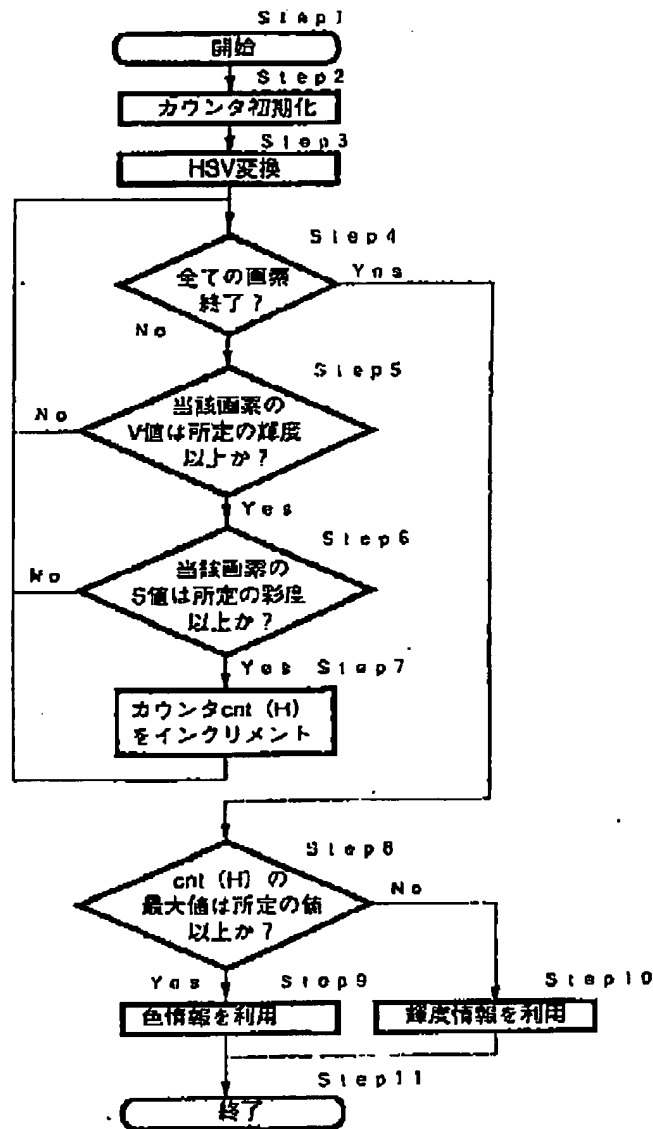
tc: 処理サイクル時間

BEST AVAILABLE COPY

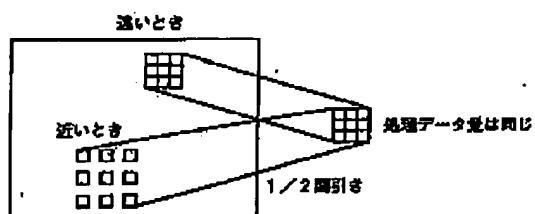
(14)

特開2000-50145

【図18】



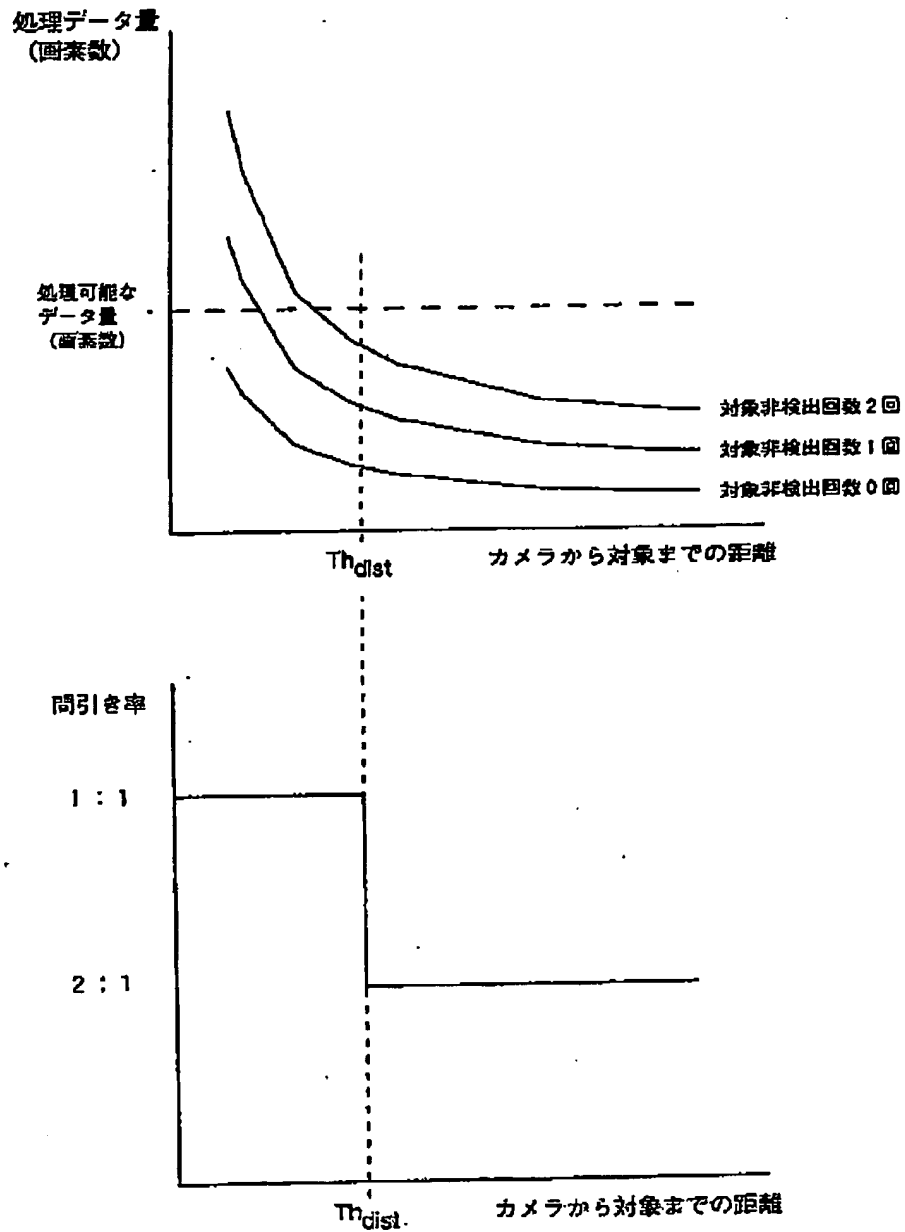
【図22】



( 15 )

特開2000-50145

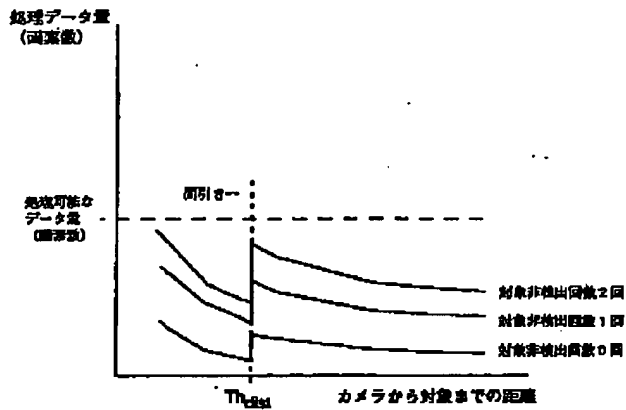
【図21】



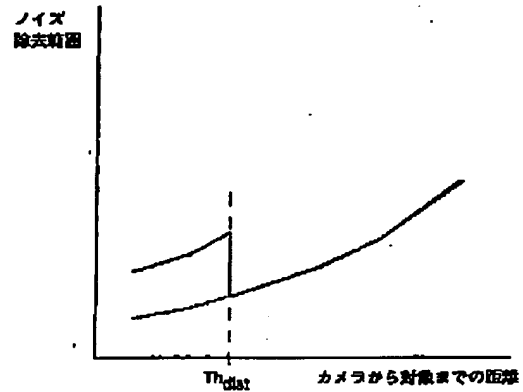
( 18 )

特開 2000-50146

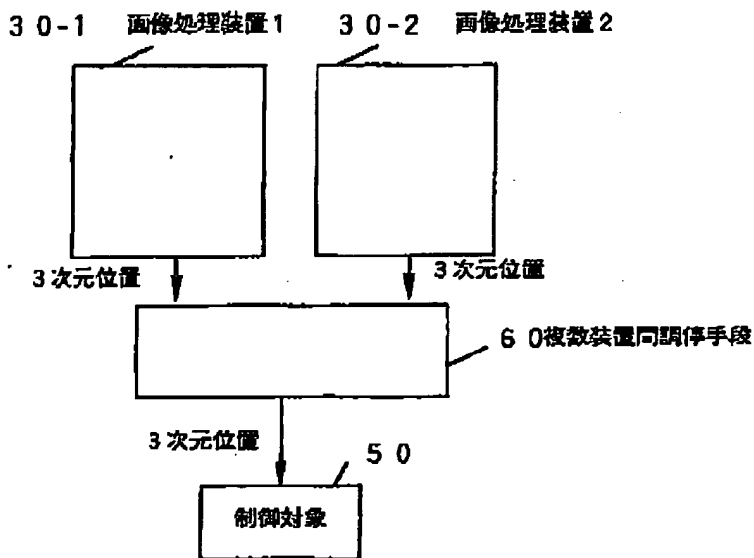
【図 23】



【図 25】



【図 26】



【図 27】

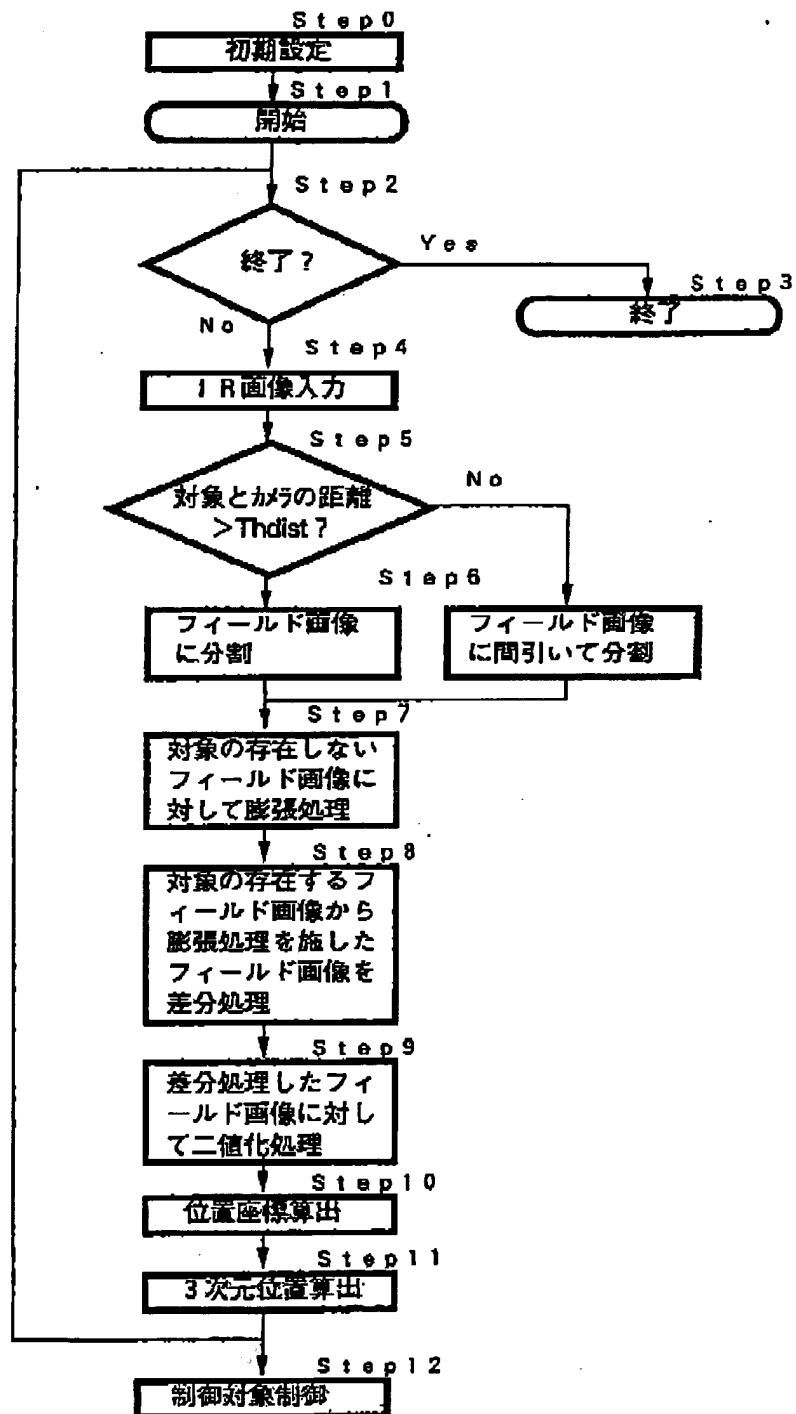
時刻	画像処理装置 1	画像処理装置 2	間仕切り調停手段出力
t	Pos(1, t)		Pos(1, t)
t+1	Pos(1, t+1)	Pos(2, t+1)	Pos(1, t+1)
t+2	Pos(1, t+2)		Pos(1, t+2)
t+3		Pos(2, t+3)	Pos(2, t+3)
t+4	Pos(1, t+4)	Pos(2, t+4)	Pos(2, t+4)
t+5	Pos(1, t+5)		Pos(1, t+5)
⋮	⋮	⋮	⋮



(17)

特開2000-50145

【図24】



( 18 )

特開2000-50145

フロントページの続き

(72)発明者 吉田 稔  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

(72)発明者 福井 栄一  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 川島 寿一  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内